

Docket No.: 2336-212

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Hun Joo HAHM et al.

U.S. Patent Application No. *Not yet assigned*

Filed: *Herewith*

:  
:  
:  
:  
:  
:

Group Art Unit: *Not yet assigned*

Examiner: *Not yet assigned*

For: WHITE LIGHT EMITTING DIODE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims, in the present application, the priority of *Korean Patent Application No. 2003-40959, filed June 24, 2003*. The certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

**LOWE HAUPTMAN GILMAN & BERNER, LLP**

Benjamin J. Hauptman  
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 310  
Alexandria, Virginia 22314  
(703) 684-1111 BJH/etp  
Facsimile: (703) 518-5499  
**Date: October 22, 2003**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0040959  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 06월 24일  
Date of Application JUN 24, 2003

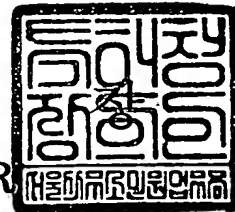
출원인 : 삼성전기주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.



2003 년 09 월 26 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.06.24
【국제특허분류】	H01L 33/00
【발명의 명칭】	백색 발광소자 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	WHITE LIGHT EMITTING DEVICE AND METHOD OF PRODUCING THE SAME
【출원인】	
【명칭】	삼성전기 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001806-4
【대리인】	
【성명】	손원
【대리인코드】	9-1998-000281-5
【포괄위임등록번호】	2002-047982-8
【대리인】	
【성명】	노세호
【대리인코드】	9-2001-000043-1
【포괄위임등록번호】	2002-047988-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	함헌주
【성명의 영문표기】	HAHM, Hun Joo
【주민등록번호】	651202-1009425
【우편번호】	463-480
【주소】	경기도 성남시 분당구 금곡동 청솔주공아파트 508-303
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김인응
【성명의 영문표기】	KIM, In Eung
【주민등록번호】	560421-1029618

【우편번호】	463-020
【주소】	경기도 성남시 분당구 수내동 벽산아파트 105-201
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	나정석
【성명의 영문표기】	NA, Jeong Seok
【주민등록번호】	730625-1533419
【우편번호】	143-150
【주소】	서울특별시 광진구 군자동 2-33 B01호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	유승진
【성명의 영문표기】	Y00, Seung Jin
【주민등록번호】	740907-1226110
【우편번호】	450-080
【주소】	경기도 평택시 소사동 136-3
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영호
【성명의 영문표기】	PARK, Young Ho
【주민등록번호】	690815-1224227
【우편번호】	442-380
【주소】	경기도 수원시 팔달구 원천동 원천주공아파트 103-408
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이수민
【성명의 영문표기】	LEE, Soo Min
【주민등록번호】	720609-1030811
【우편번호】	133-806
【주소】	서울특별시 성동구 금호동3가 863 연립주택 103호
【국적】	KR
【심사청구】	청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
손원 (인) 대리인  
노세호 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 23 면 23,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 46 항 1,581,000 원

【합계】 1,633,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명의 일 실시형태는 제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖는 투광성을 지닌 도전성 기판과, 상기 도전성 기판의 제1 영역에 순차적으로 형성된 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 포함한 제1 발광부와, 상기 도전성 기판의 제2 영역에 순차적으로 형성된 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층을 포함한 제2 발광부와, 상기 도전성 기판의 제2 면에 연결된 제1 전극과 상기 제2 클래드층에 연결된 제2 전극 및 상기 제4 클래드층에 연결된 제3 전극을 포함하는 백색 발광소자를 제공한다.

상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 형광체를 이용하지 않고 백색광으로 합성될 수 있는 2개 또는 3개의 파장대역의 광을 발산하는 2개의 발광부를 이용함으로써 형광체에 의한 효율감소를 방지하면서 색감 및 광효율이 우수한 백색 발광소자를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 하나의 도전성 기판 상에 2개의 발광부를 나란히 형성하므로, 완성된 여러 개의 LED 소자를 조립하는 방식보다 적은 제조비용으로 보다 간소하게 제조할 수 있다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

백색 발광소자(white light emitting diode), 금속접합, 활성층

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

백색 발광소자 및 그 제조방법{WHITE LIGHT EMITTING DEVICE AND METHOD OF PRODUCING THE SAME}

## 【도면의 간단한 설명】

도1a 및 1b는 종래의 백색 발광소자의 전체 구조를 나타내는 단면도이다.

도2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 백색 발광소자의 단면도이다.

도3a 내지 3f는 본 발명의 일 실시형태에 따른 백색 발광소자의 제조방법을 설명하기 위한 공정단면도이다.

도4는 본 발명의 일 실시형태에 따른 백색 발광소자 패키지를 나타내는 단면도이다.

도5는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 백색 발광소자의 단면도이다.

도6은 본 발명의 또 다른 실시형태에 따른 백색 발광소자의 단면도이다.

## &lt;도면의 주요부분에 대한 부호설명&gt;

20: 제1 발광부      21: n형 GaN 클래드층

23: GaN/InGaN 청색 활성층      25: 언도프 GaN 클래드층

27: GaN/InGaN 녹색 활성층      29: p형 AlGaInP 클래드층

30: 제2 발광부      31: n형 AlGaInP 클래드층

33: AlGaInP 적색 활성층      35: p형 AlGaInP 클래드층

41: GaN 기판      43: 절연막

45: n측 전극      47: p측 전극

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<15>      본 발명은 백색 발광 소자에 관한 것으로, 보다 상세하게 적색광, 녹색광 및 청색광을 발산할 수 있는 활성층이 단일 소자로 구현된 백색 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

<16>      일반적으로, 백색 발광 소자는 조명장치 또는 디스플레이 장치의 백라이트로 널리 사용된다. 이러한 백색 발광 소자는 형광체를 이용하는 방식과 개별 LED로 제조된 청색, 적색 및 녹색 LED를 단순 조합하는 방식이 알려져 있다.

<17>      우선, 형광체를 이용하여 백색 발광소자를 제조하는 방법으로는, 청색 발광소자를 이용하는 방법과 자외선 발광소자를 이용하는 방법이 있다. 예를 들어, 청색 발광소자를 이용하는 경우에는 YAG 형광체를 이용하여 청색광을 백색광으로 파장 변환한다. 즉, 청색 LED로부터 발생된 청색파장이 YAG(Yttrium Aluminum Garnet)형광체를 여기시켜 최종으로 백색광을 발광시킬 수 있다.



- <18> 도1a은 종래의 YAG형광체를 이용한 백색 발광소자(20)의 전체 구조를 나타내는 단면도이다. 도1a을 참조하면, 상기 리드프레임(12)의 캡에 실장된 InGaN계 청색 LED(10)와 상기 캡 내부에서 청색 LED(10) 주위를 둘러싼 YAG 형광체(15)가 도시되어 있다. 또한, 상기 청색 LED(10)는 캡구조를 갖는 양극 리드프레임(12)과 음극 리드프레임(14)에 와이어(11,13)로 각각 연결되며, 청색 LED(10)가 위치한 전체 리드프레임(12,14) 상부는 투명한 재질(17)로 몰딩된다.
- <19> 상기 리드프레임(12,14)을 통해 전원이 인가되어 InGaN계 청색 LED(10)로부터 청색광이 발광되면, 그 일부의 청색광은 YAG 형광체(15)를 여기시킨다. 이 때에 YAG형광체는 InGaN 청색 LED(10)의 피크파장인 460nm에서 여기되는 특성을 가지므로, 황록색의 형광으로 발광한다. 이와 같이 YAG 형광체(15)를 통해 얻어진 황록색의 형광은 청색 LED(10)로부터 직접 발산되는 다른 일부의 청색광과 합성되어, 최종적으로 백색광을 발광하게 된다.
- <20> 도1a에 도시된 종래의 백색 발광소자는 삼색(RGB)에 해당하는 각색 LED를 사용할 때에 요구되는 전류조절이 필요하지 않다는 잇점이 있다. 이와 유사하게, 자외선광 LED와 RGB 삼색 형광체를 조합하여 백색광을 얻는 방법도 있다.
- <21> 하지만, 이와 같이 형광체의 파장변조를 이용하는 경우에는, 형광체 여기시 광효율이 감소하거나, 색보정지수가 저하되는 단점이 있다.

<22> 다른 종래의 기술로는, 삼색(RGB)에 해당하는 각색 LED를 조합하는 백색 발광소자가 있을 수 있다. 이러한 백색 발광소자의 일예는 도1b에 도시되어 있다. 도1b를 참조하면, 백색 발광소자(30)는 이미 완성된 각각의 LED(23,25,27)로 구성되며, 각 LED는 와이어(22)를 통해 하나의 인쇄회로기판(21)에 실장된다. 도1b에 도시된 백색 발광소자(30)는 각 LED(23,25,27)로부터 발산된 다른 색의 광(예를어, RGB)이 합성되어 백색광을 생성하게 된다.

<23> 이러한 백색 LED는 형광체로 인한 문제를 해결하여 우수한 색감을 얻을 수 있으나, 각 LED를 제조하여 하므로 제조원가가 상승할 뿐만 아니라, 원하는 백색광을 얻기 위해서, 각 LED의 전류를 조절해야 하고, 이를 위한 복잡한 회로 구성이 요구되는 문제가 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<24> 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제를 해결하기 위한 것으로, 그 목적은 하나의 도전성 기판에 백색광으로 합성가능한 2개 또는 3개 파장 대역의 광을 발산하는 2개의 발광부를 구비한 백색 발광소자를 제공하는데 있다.

<25> 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 백색 발광소자의 제조방법을 제공하는데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<26> 상기 기술적 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 일 실시형태는 제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 구비하며 투광성을 갖는 도전성 기판과,

상기 도전성 기판의 제1 영역에 순차적으로 형성된 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 포함한 제1 발광부와, 상기 도전성 기판의 제2 영역에 순차적으로 형성된 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층을 포함한 제2 발광부와, 상기 도전성 기판의 제2 면에 연결된 제1 전극과 상기 제2 클래드층에 연결된 제2 전극 및 상기 제4 클래드층에 연결된 제3 전극을 포함하는 백색 발광소자를 제공한다.

- <27>       상기 도전성 기판은 적어도 청색광을 시킬 수 있는 물질로 이루어질 수 있으며, 이러한 도전성 기판의 일예로는 GaN 기판이 있을 수 있다.
- <28>       본 실시형태에서는, 상기 제1 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어지며, 상기 제2 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어질 수 있다.
- <29>       바람직하게는, 상기 제1 발광부의 제1 활성영역은 상기 제1 클래드층 상에 형성된 녹색 활성층, 상기 녹색 활성층 상에 형성된 언도프 클래드층 및 상기 언도프 클래드층 상에 형성된 청색 활성층으로 이루어지며, 상기 제2 발광부의 제2 활성영역은 적색광을 발산하기 위한 활성층으로 이루어진다.
- <30>       구체적으로는, 상기 제1 클래드층은 제1 도전형 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 녹색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물 구조이며, 상기 언도프 클래드층은 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 청색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물구조이며, 상기 제2 클래드층은 제2 도전형 AlGaN계 화합물 반도체물질일 수 있다. 또한, 상기 제2 발광부는 AlGaInP, GaP, GaAs 및 InN으로 구성된 그룹으로부터 선택된 반도체 물질로 구성된 적색 발광부일 수 있다.

- <31> 본 실시형태에서는, 상기 제2 및 제3 전극은 일체로 형성될 수 있다. 또한, 상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 형성된 절연막을 더 포함할 수 있으며, 이러한 절연막은 상기 제2 전극이 형성된 영역을 제외한 상기 제1 발광부 표면전체에 형성될 수 있다.
- <32> 본 발명의 다른 실시형태에서는, 제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖는 도전성 기판과, 상기 도전성 기판의 제1 영역에 순차적으로 형성된 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 포함한 제1 발광부와, 상기 도전성 기판의 제2 영역에 금속접합층에 의해 접합된, 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층을 포함한 제2 발광부와, 상기 도전성 기판의 제2 면에 연결된 제1 전극과 상기 제2 클래드층에 연결된 제2 전극을 포함하는 백색 발광소자를 제공한다.
- <33> 바람직하게는, 상기 제1 발광부의 제1 활성영역은 적색광을 발산하기 위한 활성층으로 이루어지며, 상기 제2 발광부의 제2 활성영역은, 상기 제3 클래드층 상에 형성된 녹색 활성층, 상기 녹색 활성층 상에 형성된 언도프 클래드층 및 상기 언도프 클래드층 상에 형성된 청색 활성층으로 이루어질 수 있다.
- <34> 구체적으로는, 상기 제3 클래드층은 제1 도전형 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 녹색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물 구조이며, 상기 언도프 클래드층은 GaN계 화합물 반도체

체 물질이며, 상기 청색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물구조이며, 상기 제4 클래드층은 제 2 도전형 AlGaN계 화합물 반도체물질일 수 있다.

<35> 또한, 상기 제1 발광부는 AlGaInP, GaP, GaAs 및 InN으로 구성된 그룹으로부터 선택된 반도체 물질로 이루어질 수 있다.

<36> 본 실시형태에서는, 도전성 기판은 GaAs 기판과 같은 제1 도전형 기판일 수 있다. 이 경우에, 상기 제1 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어지며, 상기 제2 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어질 수 있다.

<37> 또한, 상기 제2 발광부는 상기 제4 클래드층 상에 형성된 제2 도전형 기판과 상기 제2 도전형 기판 상에 형성된 전극을 더 포함할 수 있다.

<38> 나아가, 본 실시형태는 상기 도전성 기판은 제1 도전형 불순물영역을 갖는 제2 도전형 기판을 포함할 수 있으며, 이 경우에 상기 제2 발광부의 제3 클래드층은 상기 제2 도전형 불순물 영역에 접합될 수 있다.

<39> 이 때에, 상기 제1 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어지고, 상기 제2 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어질 수 있다.

<40> 바람직하게는, 상기 제2 발광부는 적어도 상기 제3 클래드층 및 제2 활성영역의 일부가 제거되어 상기 제1 도전형 기판과 대향하는 상기 제4 클래드층의 노출면을 가지며, 상기 제4 클래드층의 노출면과 제1 도전형 기판은 연결하는 금속접합층에 의해 연결될 수 있다. 또한, 상기 제2 발광부는 상기 제4 클래드층 상에 형성된 GaN 기판을 더 포함할 수 있다.

- <41> 또한, 본 발명은 새로운 백색 발광소자의 제조방법을 제공한다.
- <42> 상기 방법은, 제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 가지며 투광성을 지닌 도전성 기판을 제공하는 단계와, 상기 도전성 기판의 제1 영역에 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 순차적으로 적층하여 제1 발광부를 형성하는 단계와, 상기 도전성 기판의 제2 영역에 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층을 순차적으로 적층하여 제2 발광부를 형성하는 단계와, 상기 도전성 기판의 제2 면에 제1 전극을 형성하고, 상기 제2 클래드층과 상기 제4 클래드층 상에 각각 제2 및 제3 전극을 형성하는 단계를 포함한다.
- <43> 바람직하게는, 상기 제1 발광부를 형성하는 단계를 상기 도전성 기판의 제1 면에 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 순차적으로 적층하는 단계와, 상기 도전성 기판의 제2 영역에 형성된 상기 적층구조물을 제거하는 단계와, 상기 잔류한 적층구조물 중 적어도 상기 제2 영역에 인접한 측벽에 절연막을 형성하는 단계로 구현할 수 있다. 이러한 절연막은 상기 제2 전극이 형성될 영역을 제외한 제1 발광부 표면 전체에 형성될 수 있다.
- <44> 또한, 본 발명의 다른 실시형태에 따른 백색 발광소자의 제조방법은, 제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖는 제1 도전형 기판을 제공하는 단계와, 상기 제1 도전형 기판의 제1 영역에 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 순차적으로 적층하여 제1 발광부를 형성하는 단계와, 상기 제1 도전형 기판의 제2 영역에, 제3

클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층이 순차적으로 형성된 제2 발광부를 금속접합층으로 접합시키는 단계와, 상기 도전성 기판의 제2 면과 상기 제2 클래드층 상에 각각 제1 및 제2 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

<45> 본 실시형태에서, 상기 제1 및 제4 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어지고, 상기 제2 및 제3 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어질 수 있으며, 이 경우에 상기 방법은 상기 제2 발광부를 접합시키는 단계 전에, 상기 제1 도전형 기판에 제2 도전형 불순물 영역을 형성하는 단계를 더 포함하며, 상기 제2 발광부를 접합시키는 단계는, 상기 제2 발광부의 제3 클래드층을 금속접합층으로 상기 제2 도전형 불순물 영역에 접합시키는 단계와, 상기 제2 발광부의 제4 클래드층을 다른 금속접합층으로 상기 제1 도전형 기판에 접합시키는 단계로 이루어질 수 있다.

<46> 이와 같이, 본 발명은 백색광으로 합성될 수 있는 2개 또는 3개의 파장대역의 광을 발산하는 2개의 발광부를 하나의 도전성 기판 상에 형성함으로써 색감 및 광효율이 우수한 백색 발광소자를 제공할 수 있으며, 하나의 도전성 기판 상에 2개의 발광부를 나란히 형성하므로, 완성된 여러 개의 LED 소자를 조립하는 방식보다 적은 제조비용으로 보다 간소하게 제조할 수 있다.

- <47>      상기 설명한 바와 같이, 본 발명은 크게 도전성 기판의 종류에 따라 2가지 바람직한 실시형태를 제공할 수 있다.
- <48>      하나는 투광성 기판을 사용하는 형태로서, 그 투광성 기판 상에 제1 및 제2 발광부를 모두 성장시키며, 리드프레임 등에 패키징될 때는 도전성 기판이 상부에 위치하도록 실장된다.
- <49>      이와 달리, 통상의 도전성 기판을 사용하는 다른 실시형태에서는, 그 기판 상에 제1 및 제2 발광부에 모두 성장시키는 방법으로도 구현될 수 있으나, 추가적으로 이미 완성된 발광부를 금속접합층을 기판 상에 접합시키는 방식으로 사용된다. 이러한 실시형태에서는 발광부가 형성된 기판 상면이 위를 향하도록 패키징된다.
- <50>      이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시형태를 상세히 설명한다.
- <51>      도2은 본 발명의 제1 실시형태에 따라 투광성 기판을 사용하는 백색 발광소자(50)의 단면도이다.
- <52>      도2를 참조하면, 상기 백색 발광소자(50)는 하나의 도전성 기판(41)에 수평방향으로 나란히 형성되는 제1 및 제2 발광부(20,30)를 포함한다. 상기 제1 발광부(20)는 도식된 바와 같이 서로 다른 2개의 파장대역을 갖는 광을 발산하기 위한 활성층(23,27)을 구비할 수 있다.



- <53> 본 실시형태는, 상기 도전성 기판(41)은 적어도 적색 내지 청색광을 투과할 수 있는 큰 에너지 밴드갭을 갖는 GaN 단결정 기판을 포함한다. 또한, 상기 제1 발광부(20)의 활성층(23)은 청색광을 발산하기 위한 GaN/InGaN계 다중우물구조인 활성층일 수 있으며, 다른 활성층(27)은 녹색광을 발산하기 위한 GaN/InGaN계 다중우물구조인 활성층일 수 있다.
- <54> 도2에 도시된 바와 같이, 상기 도전성 기판(41)의 일영역에 형성된 제1 발광부(20)는 크게 상기 GaN 기판(41)에 형성된 n형 GaN계 클래드층(21)과 p형 AlGaP계 클래드층을 포함한다. 상기 청색 활성층(23)은 상기 n형 GaN계 클래드층(21) 상에 형성되며, 상기 녹색 활성층(27)은 언도프 GaN 클래드층(25)과 상기 p형 AlGaP계 클래드층(29) 사이에 형성될 수 있다.
- <55> 여기서, 청색 활성층(23)과 녹색 활성층(24)의 에너지밴드갭은 적색 발광을 위한 활성층에 비해 상대적으로 그 차이가 작다. 보다 구체적으로, 적색광 발산을 위한 에너지밴드갭은 약 1.3~2 eV인데 반해, 청색광 발산을 위한 에너지 밴드갭은 약 3.3 eV이며, 녹색광 발산을 위한 에너지 밴드갭은 약 2.8~2.9 eV이므로, 도시된 바와 같이 서로 수직구조로 형성하여도 각 활성층(23,24)으로부터 원하는 발광효과를 얻을 수 있다. 이러한 수직구조를 구현하기 위해서 청색 활성층(23)의 p형 클래드층 역할과 녹색 활성층(27)의 n형 클래드층의 역할을 동시에 수행할 수 있는 언도프(undoped) GaN 클래드층(25)을 상기 청색 활성층(23)과 녹색 활성층(24) 사이에 배치한다.
- <56> 본 실시형태와 같이, 제1 발광부가 청색 및 녹색에 해당하는 두 파장대역의 광을 발산하는 경우에는, 청색 활성층(23)이 녹색 활성층(25)보다 GaN 단결정 기판에 인접하도록 배치되는

것이 바람직하다. 보다 구체적으로, 본 실시형태에 따른 백색 발광소자는 GaN 단결정 기판(41)이 상부를 향하도록 실장되어 사용되므로, 도시된 상태에서 아래에 배치된 활성층으로부터 발생한 광이 상부를 향해 쉽게 투과될 수 있도록 보다 큰 에너지 밴드갭을 갖는 활성층과 GaN 단결정층들을 상기 기판(41)측에 배치하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 실시형태에 따른 백색 발광소자와 같이, 상대적으로 큰 에너지 밴드갭을 갖는 청색 활성층(25)을 녹색활성층(27)보다 상기 기판(41)에 가깝게 배치하는 것이 바람직하다.

<57> 또한, 상기 제2 발광부(30)는 상기 제1 발광부(20)가 형성된 동일한 면에서 그 제1 발광부(20)가 형성되지 않은 다른 영역에 형성되며, n형 AlGaInP계 클래드층(31)과 적색 발광을 위한 AlGaInP계 다중우물구조인 활성층(33)과 p형 AlGaInP계 클래드층(35)을 포함할 수 있다.

<58> 상기 제1 및 제2 발광부(20,30)는 도전성 기판(41)의 동일한 면에 수평방향으로 나란히 배치되며, 서로 대향하는 측면이 전기적으로 분리된 구조를 갖는다. 이러한 분리구조는 상기 제1 및 제2 발광부(20,30)의 마주한 측면 사이에 절연막(43)을 형성하는 것으로 구현될 수 있으며, 본 실시형태와 같이 상기 절연막(43)은 전극형성을 위한 개구부를 제외한 제1 발광부(20)의 표면에 형성되어 보호층의 역할도 할 수 있다.

<59> 본 실시형태에 따른 백색 발광소자는 상기 GaN 단결정 기판(45)의 외부면과 제1 및 제2 발광부(20,30)의 p형 클래드층(29,35)면에 각각 형성된 n형 및 p형 전극(45,43)을 포함한다. 두 전극(43,44)은 상기 제1 및 제2 발광부(20,30)의 공통전

극으로서 작용하며, 전류가 상하로 도통하는 수직구조형태를 가질 수 있다. 따라서, 수평방향의 전류흐름을 갖는 통상의 LED구조보다 높은 전류효율을 가질 수 있다.

<60> 또한, 도2에 도시된 와 같이, 상기 p형 클래드층(29,35) 상에 형성된 p형 전극(43)은 소정의 리드프레임에 실장될 수 있도록 평탄한 하면을 갖도록 형성하는 것이 바람직하다. 리드프레임에 실장된 패키지 구조는 도4에서 보다 상세히 설명하기로 한다.

<61> 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 백색 발광소자는 상기 제1 발광부에서 발산되는 청색광 및 녹색광과, 상기 제2 발광부에서 발산되는 적색광이 합성되어, 결과적으로 원하는 백색광을 발산할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

<62> 예를 들어, 제1 발광부는 약 450nm ~ 약 550nm의 파장영역을 갖는 적황색광을 발산하는 하나의 활성영역을 포함하도록 형성하고, 제2 발광부는 약 630nm ~ 약 780nm의 파장영역을 갖는 청록색광을 발산하는 하나의 활성영역을 갖도록 형성하더라도, 두 광은 합성되어, 본 발명에서 요구하는 백색광을 발산할 수도 있다.

<63> 본 발명의 일 실시형태에 따른 백색 발광소자의 제조방법을 도3a 내지 3f를 참조하여 보다 상세히 설명한다. 도3a 내지 3f는 본 발명의 일예에 따른 백색 발광소자 제조방법을 설명하기 위한 공정단면도이며, 도2의 백색 발광소자와 유사한 형태를 제조하는 공정으로서 예시되어 있다.

<64> 우선, 도3a와 같이, 평탄한 상면을 갖는 도전성 기판(111)을 마련한다. 본 발명에서 사용되는 기판은 수직 구조의 발광부를 구현하기 위해 도전성 기판이어야 하며, 바람직하게는 모

든 가시광선대역의 광을 잘 통과시키는 투광성 기판이 바람직하다. 본 발명에서 채용되는 바람직한 도전성 기판으로는 큰 에너지 밴드갭을 갖는 GaN 단결정기판이 있을 수 있다.

<65> 이어, 상기 도전성 기판(111) 상면의 일영역에 제1 발광부를 위한 단결정층을 형성한다. 본 공정은 도3b와 도3c에 도시된 바와 같이, 상기 도전성 기판(111) 상면 전체영역에 제1 발광부를 형성하기 위한 단결정층을 1차 성장하고, 제2 발광부가 형성될 영역의 단결정층들을 제거하는 과정으로 구현될 수 있다.

<66> 이를 위해서, 도3b와 같이 도전성 기판의 상면에 제1 클래드층(121), 제1 활성층(123), 언도프 클래드층(125), 제2 활성층(127) 및 제2 클래드층(129)을 순차적으로 적층하는 1차 성장공정을 수행한다. 청색 및 녹색을 각각 발광하는 발광부를 구성하고자 하는 경우에는, 바람직하게 상기 제1 클래드층(121)은 n형 GaN계 클래드층(21)으로, 상기 제1 활성층(123)은 청색광을 발산하기 위한 GaN/InGaN계 다중우물구조으로 형성될 수 있다. 또한, 상기 언도프 클래드층(125)은 진성 GaN계 클래드층으로, 상기 제2 활성층(127)은 녹색광을 발산하기 위한 GaN/InGaN계 다중우물 구조로, 또한 상기 제2 클래드층(129)은 p형 AlGaP계 클래드층으로 형성될 수 있다.

<67> 다음으로, 상기 도전성 기판(111)의 상면 중 제2 발광부가 형성될 영역이 노출되도록, 1차 성장된 단결정구조물(121, 123, 125, 127, 129)을 선택적으로 에칭한다. 도3c는 제2 발광부를 형성하기 위한 영역을 마련하기 위해, 1차 성장된 단결정구조물의 일부가 제거된 상태를 나타낸다. 여기서 잔류한 단결정구조물은 제1 발광부를 구성한다. 상기 제1 발광부(120)를 구성하

는 단결정구조물의 주위를 따라 도전성 기판(111)의 상면이 노출되도록 일부를 추가적으로 에칭할 수도 있다. 이와 같이 추가적으로 에칭된 영역은 전극형성을 위한 개구부를 제외하고 상기 제1 발광부(120)의 전체 표면에 절연막을 형성하기 위한 영역으로 사용될 수 있다.

<68> 즉, 도3d와 같이, 후속공정에서 전극이 형성될 영역을 제외하고 제1 발광부의 표면전체에 절연막(143)을 형성한다. 이러한 절연막(143)은 SiO<sub>2</sub>, SiN 등의 통상적인 절연막을 사용할 수 있다. 도3d에 도시된 절연막(143)은 상기 도전성 기판(111)의 노출영역에 형성될 제2 발광부(도3e의 130)와 제1 발광부(120)의 서로 마주하는 측면을 접하지 않도록 분리시킬 수 있을 뿐만 아니라, 상기 제1 발광부의 산화 등을 방지하기 위한 보호층으로서의 역할도 수행한다. 본 발명의 다른 실시형태에서는 제1 발광부와 분리된 위치에 개별 부품으로 완성된 제2 발광부를 금속접착층으로 도전성 기판에 실장하는 방식으로 구현될 수 있다.

<69> 도3e와 같이, 상기 도전성 기판(111)의 노출된 영역에 제3 클래드층(131), 제3 활성층(133) 및 제4 클래드층(135)을 순차적으로 적층하기 위한 2차 성장공정을 실행한다. 도2와 같이 바람직한 적색 발광을 위한 제2 발광부(130)를 형성하기 위해, 제3 클래드층(131)은 n형 AlGaInP계 클래드층으로, 상기 제3 활성층(133)은 AlGaInP계 다중우물구조인 활성층으로, 상기 제4 클래드층(135)은 p형 AlGaInP계 클래드층으로 형성될 수 있다.

<70> 최종적으로, 상기 도전성 기판(111)의 다른 면에 제1 전극(145)을 형성하고, 상기 제2 클래드층(129')과 제4 클래드층(135)에 연결된 제2 전극을 형성함으로써 도3f와 같은 원하는

백색 발광소자(150)를 완성할 수 있다. 도3f에 도시된 백색 발광소자(150)는 리드프레임에 실장되어 사용될 때에는 도2와 같이 상하면을 반대로 하여 사용된다.

- <71> 도4는 본 발명의 실시형태에 따른 백색 발광소자 패키지 구조를 나타내는 단면도이다.
- <72> 도4에 도시된 백색 발광소자 패키지(200)는 도3f에 도시된 백색 발광소자와 유사한 구조를 갖는 백색 발광소자를 포함한다. 상기 백색 발광소자는 청색 발광부(160a)와 녹색 발광부(160b)를 갖는 제1 발광부와 적색 발광부(170)인 제2 발광부로 이루어진다.
- <73> 상기 백색 발광소자는 도전성 기판(151)이 상부를 향하도록 제1 리드프레임(195)의 캡부분에 실장된다. 또한, 상기 백색 발광소자의 제1 전극(185)은 와이어를 이용하여 그 제1 리드프레임(194)에 연결되며, 제2 전극(187)은 상기 제1 리드프레임(195)에 연결된다. 본 실시형태에서 사용된 도전성 기판은 투광성 기판이므로, 각 발광부(160a, 160b, 170)으로부터 발생된 광을 상부로 투과시킬 수 있다. 따라서, 상기 백색 발광소자는 삼색의 광이 합성되어 백색광을 생성하게 된다.
- <74> 또한, 본 발명에 따른 발광소자는 도4에 도시된 바와 같이 절연막(183)과 제1 발광부(160a, 160b) 사이에 반사막(181)을 추가적으로 구비하여, 광효율을 향상시킬 수 있다.
- <75> 본 발명의 다른 실시형태에서는, 투광성이 아닌 도전성 기판을 사용할 수도 있다. 이 경우에, 백색 발광소자는 발광부가 형성된 기판 상면이 위를 향하도록 패키징된다. 또한, 본 실

시형태에 따른 발광소자는 제2 발광부를 이미 완성된 발광부를 금속접합층을 기판 상에 접합시키는 방식으로 구현된다.

<76> 도5는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 백색 발광소자를 나타내는 단면도이다. 본 실시형태는, 앞선 실시형태와 달리 개별 부품형태인 제2 발광부(230)가 금속접합층(248)로 도전성 기판(241)에 접합된 형태를 도시한다.

<77> 도5를 참조하면, 상기 백색 발광소자(250)는 크게 도전성 기판인 p형 GaAs기판(241)과, 그 위에 형성된 제1 발광부(220) 및 제2 발광부(230)로 이루어진다. 본 실시형태에서 채용되는 도전성 기판은 도2에 도시된 기판(41)과 같은 투광성을 요구하지 않으며, 제1 발광부를 성장시키는 데 적합한 도전성 기판이면 충분히 사용될 수 있다.

<78> 상기 제1 발광부(220)는 상기 p형 GaAs 기판(241)의 일영역에 형성되며, p형 AlGaInP계 클래드층(221)과 적색 발광을 위한 AlGaInP계 다중우물구조인 적색 활성층(223)과 n형 AlGaInP계 클래드층(225)을 포함한다. 또한, 상기 제1 발광부(220)는 p형 GaAs 기판 상에 직접 성장시키는 방식으로 형성된다. 이러한 공정은 전체 p형 GaAs 기판 상에 p형 AlGaInP계 클래드층(221)과 AlGaInP계 적색 활성층(223)과 n형 AlGaInP계 클래드층(225)을 성장시킨 후에, 제2 발광부(230)가 형성될 영역을 선택적으로 에칭하는 방식으로 구현될 수 있다. 이와 같이 상기 제1 발광부(220)를 형성된 후에 상기 전극(247) 형성된 영역을 제외한 상기 제1 발광부(220)의 표면에 SiO<sub>2</sub>와 같은 절연막(243)을 형성할 수 있다.

<79>      상기 제2 발광부(230)는 상기 제1 발광부(220)과 다른 영역에 형성되며, p형 AlGaP계 클래드층(231)과 GaN/InGaN계 다중우물 구조인 녹색 활성층(233)과, 언도프 GaN 클래드층(235)과 GaN/InGaN계 다중우물 구조인 청색 활성층(235)과, 상기 n형 GaN계 클래드층(239)을 포함한다. 또한, 상기 제2 발광부(230)는 n형 GaN 기판(238)을 이용하여 별도의 공정을 통해 성장된 개별 부품일 수 있으며, 이러한 개별 부품형태인 제2 발광부(230)는 금속접합층(248)으로 상기 p형 GaAs 기판에 접합된다.

<80>      상기 p형 GaAs기판(241)은 그 하면에 p측 전극(245)이 형성되고, 상기 제1 발광부(220)의 n형 클래드층(225)과 상기 제2 발광부(230)의 n형 기판(238) 상에 각각 n측 전극(247, 248)이 형성된다. 다만, 본 실시형태에서 상기 제2 발광부(230)는 이미 완성된 부품을 접합시키는 방식으로 구현되므로, 상기 제2 발광부에 대해서는 별도의 전극형성공정없이 상기 제2 발광부(230)의 n형 기판(238) 상에 n측 전극(248)을 미리 형성한 상태에서 p형 GaAs기판에 접합시킬 수 있다.

<81>      이와 같이, 본 실시형태에 따른 백색 발광소자는 도2에 도시된 실시형태와 같이 p형 GaAs 기판(241)의 동일한 면에 수평방향으로 나란히 배치된 제1 및 제2 발광부(220, 230)를 구비하며, 상하부에 각각 대향하는 전극이 제공되는 형태이지만, 패키지로 구현될 때에는, 상기 제1 및 제2 발광부(220, 230)가 형성된 p형 GaAs기판면이 상부를 향하도록, 즉 n측 전극(247, 248)이 상부를 향하도록 배치되며, 각 n측 전극은 와이어 본딩으로 리드프레임(미도시)에 연결된다.



- <82> 도6는 본 발명의 또 다른 실시형태에 따른 백색 발광소자(300)를 나타내는 단면도이다. 본 실시형태는, 도5에 도시된 실시형태와 다른 n형 GaAs기판(291)을 사용하며 제2 발광부(280)의 다른 접합방식을 갖는 백색 발광소자(300)를 나타낸다:
- <83> 도6를 참조하면, 상기 백색 발광소자(300)는 크게 도전성 기판인 n형 GaAs기판(291)과, 그 위에 형성된 제1 발광부(270) 및 제2 발광부(280)로 이루어진다. 본 실시형태에서 채용되는 도전성 기판은 도5에 도시된 기판(241)과 같은 GaAs기판이지만, 그와 반대 도전형인 p형이며, 상기 p형 도전형 기판(291)은 n형 불순물 영역을 형성하여 제너(Zenner) 다이오드 구조를 갖는다. 이러한 불순물영역(298)은 제2 발광부(280)를 접합시키는 단계 전에 실행된다.
- <84> 상기 제1 발광부(270)는 상기 n형 GaAs 기판(291)의 일영역에 형성되며, n형 AlGaInP계 클래드층(271)과 적색 발광을 위한 AlGaInP계 다중우물구조인 적색 활성층(273)과 p형 AlGaInP계 클래드층(275)을 포함한다. 또한, 상기 제1 발광부(270)는 n형 GaAs 기판 상에 직접 성장시키는 방식으로 형성된다. 이러한 공정은 전체 n형 GaAs 기판 상에 n형 AlGaInP계 클래드층(271)과 AlGaInP계 적색 활성층(273)과 p형 AlGaInP계 클래드층(275)을 성장시킨 후에, 제2 발광부(280)가 형성될 영역을 선택적으로 에칭하는 방식으로 구현될 수 있다.
- <85> 이와 같이, 상기 제1 발광부(270)를 형성된 후에 상기 전극(297) 형성된 영역을 제외한 상기 제1 발광부(270)의 표면에 SiO<sub>2</sub>와 같은 절연막(293)을 형성할 수 있다.
- <86> 상기 제2 발광부(280)는 상기 제1 발광부(270)과 다른 영역에 형성되며, p형 AlGaP계 클래드층(281)과 GaN/InGaN계 다중우물 구조인 녹색 활성층(283)과, 언도프 GaN 클래드층(285)과

GaN/InGaN계 다중우물 구조인 청색 활성층(285)과, 상기 n형 GaN계 클래드층(289)을 포함한다.

<87> 또한, 상기 제2 발광부(280)는 n형 GaN 기판(288)을 이용하여 별도의 공정을 통해 성장된 개별 부품일 수 있지만, 도5에 도시된 제2 발광부(280)와 달리, 수직구조가 아닌 수평형 구조를 갖는다. 즉, 두 전극이 한 방향을 향해 형성될 수 있도록 p형 AlGaP계 클래드층(281), GaN/InGaN계 녹색 활성층(283), 언도프 GaN 클래드층(285) 및 GaN/InGaN계 청색 활성층(285)의 일부영역이 에칭되어, 상기 n형 GaN계 클래드층(289)의 일부면이 노출된 구조를 갖는다.

<88> 따라서, 본 실시형태에서는 제2 발광부의 접합방식도 다르게 구현된다. 구체적으로는, 상기 제2 발광부의 p형 클래드층(281)은 p형 불순물 영역(292)에 금속접합층(298)에 의해 접합되며, 상기 n형 클래드층(289)의 노출면을 상기 다른 금속접합층(299)으로 상기 n형 GaAs 기판(291)에 접합된다.

<89> 상기 n형 GaAs기판(291)은 그 하면에 n측 전극(295)이 형성되고, 상기 제1 발광부(270)의 p형 클래드층(275)에 p측 전극(297)이 형성되며, 상기 p형 클래드층(281)과 n형 GaAs 기판(291)의 p형 불순물영역(299)을 연결하는 금속접합층(298)도 제2 발광부(280)의 p측 전극과 유사한 역할을 할 수 있다. 즉, 본 실시형태에 따른 발광소자(300)를 패키징할 경우에, 상기 제1 및 제2 발광부(270, 280)가 형성된 n형 GaAs기판면이 상부를 향하도록 배치하고, 제1 발광부(270)의 p측 전극(297)과, p형 불순물영역(292) 또는 그 금속접합층(298)에 와이어 본딩으로 리드프레임(미도시)에 연결될 수 있다.

<90> 도5 및 도6에 도시된 실시형태에서, 도전성 기판을 GaN 기판과 같은 다른 기판을 사용하여 제1 발광부뿐만 아니라, 제2 발광부도 도3에서 설명된 방법과 같이 기판 상에 직접 성장시킬 수도 있으며, 상기 제2 발광부(230,280)에서 발산되는 청색광 및 녹색광과, 상기 제1 발광부(220,270)에서 발산되는 적색광이 합성되어, 결과적으로 원하는 백색광을 발산할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

<91> 상술한 실시형태 및 첨부된 도면은 바람직한 실시형태의 예시에 불과하며, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 또한, 본 발명은 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

<92> 예를 들어, 본 명세서 및 도면에서 설명된 실시형태에서는 n형 또는 p형을 갖는 결정층 및 기판으로 설명하였으나, n형 및 p형을 반대로 형성할 수도 있으며, 적색 또는 적황색 활성층을 갖는 발광부를 형성하는 경우에는 AlGaInP계 반도체 물질 외에 GaP, GaAs, InN 등을 사용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 아래의 청구범위와 그 균등한 범위에 의해 한정된다고 할 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<93> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 형광체를 이용하지 않고 백색광으로 합성될 수 있는 2개 또는 3개의 파장대역의 광을 발산하는 2개의 발광부를 이용함으로써 형광체에 의한 효

울감소를 방지하면서 색감 및 광효율이 우수한 백색 발광소자를 제공할 수 뿐만 아니라, 하나의 도전성 기판 상에 2개의 발광부를 나란히 형성하므로, 완성된 여러 개의 LED 소자를 조립하는 방식보다 적은 제조비용으로 보다 간소하게 제조할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 구비하며 투광성을 갖는 도전성 기판;

상기 도전성 기판의 제1 영역에 순차적으로 형성된 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 포함한 제1 발광부;

상기 도전성 기판의 제2 영역에 순차적으로 형성된 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층을 포함한 제2 발광부; 및

상기 도전성 기판의 제2 면에 연결된 제1 전극과 상기 제2 클래드층에 연결된 제2 전극 및 상기 제4 클래드층에 연결된 제3 전극을 포함하는 백색 발광소자.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 도전성 기판은 적어도 청색광을 투과시킬 수 있는 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

**【청구항 3】**

제2항에 있어서,

상기 도전성 기판은 GaN 기판인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어지며, 상기 제2 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

**【청구항 5】**

제4항에 있어서,

상기 제1 발광부의 제1 활성영역은 상기 제1 클래드층 상에 형성된 녹색 활성층, 상기 녹색 활성층 상에 형성된 언도프 클래드층 및 상기 언도프 클래드층 상에 형성된 청색 활성층으로 이루어지며,

상기 제2 발광부의 제2 활성영역은 적색광을 발산하기 위한 활성층으로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

**【청구항 6】**

제5항에 있어서,

상기 제1 클래드층은 제1 도전형 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 녹색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물 구조이며, 상기 언도프 클래드층은 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 청색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물구조이며, 상기 제2 클래드층은 제2 도전형 AlGaN계 화합물 반도체물질인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 7】

제1항 또는 제6항에 있어서,

상기 제2 발광부는 AlGaInP, GaP, GaAs 및 InN으로 구성된 그룹으로부터 선택된 반도체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 제2 및 제3 전극은 일체로 형성된 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 9】

제1항에 있어서,

상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 형성된 절연막을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 절연막은 상기 제2 전극이 형성된 영역을 제외한 상기 제1 발광부 표면전체에 형성된 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 11】

제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖는 도전성 기판;

상기 도전성 기판의 제1 영역에 순차적으로 형성된 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 포함한 제1 발광부;

상기 도전성 기판의 제2 영역에 금속접합층에 의해 접합된, 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층을 포함한 제2 발광부; 및

상기 도전성 기판의 제2 면에 연결된 제1 전극과 상기 제2 클래드층에 연결된 제2 전극을 포함하는 백색 발광소자.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 제1 발광부의 제1 활성영역은 적색광을 발산하기 위한 활성층으로 이루어지며,

상기 제2 발광부의 제2 활성영역은, 상기 제3 클래드층 상에 형성된 녹색 활성층, 상기 녹색 활성층 상에 형성된 언도프 클래드층 및 상기 언도프 클래드층 상에 형성된 청색 활성층으로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

【청구항 13】

제12항에 있어서,

상기 제3 클래드층은 제1 도전형 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 녹색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물 구조이며, 상기 언도프 클래드층은 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 청색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물구조이며, 상기 제4 클래드층은 제2 도전형 AlGaN계 화합물 반도체물질인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.



## 【청구항 14】

제11항 또는 제13항에 있어서,

상기 제1 발광부는 AlGaInP, GaP, GaAs 및 InN으로 구성된 그룹으로부터 선택된 반도체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 15】

제11항에 있어서,

상기 도전성 기판은 제1 도전형 기판인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 16】

제15항에 있어서,

상기 도전형 기판은 제1 도전형 GaAs 기판인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 17】

제15항에 있어서,

상기 제1 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어지며, 상기 제2 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 18】

제15항에 있어서,

상기 제2 발광부는 상기 제4 클래드층 상에 형성된 제2 도전형 기판과 상기 제2 도전형 기판 상에 형성된 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 19】

제11항에 있어서,

상기 도전성 기판은 제1 도전형 불순물영역을 갖는 제2 도전형 GaAs기판이며, 상기 제2 발광부의 제3 클래드층은 상기 제2 도전형 불순물 영역에 접합되는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 20】

제19항에 있어서,

상기 제1 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어지고, 상기 제2 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 21】

제19항에 있어서,

상기 제2 발광부는 적어도 상기 제3 클래드층 및 제2 활성영역의 일부가 제거되어 상기 제1 도전형 기판과 대향하는 상기 제4 클래드층의 노출면을 가지며,

상기 제4 클래드층의 노출면과 제1 도전형 기판은 연결하는 금속접합층에 의해 연결되는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

## 【청구항 22】

제19항에 있어서,

상기 제2 발광부는 상기 제4 클래드층 상에 형성된 GaN 기판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

**【청구항 23】**

제11항에 있어서,

상기 제1 발광부와 상기 제2 발광부 사이에 형성된 절연막을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

**【청구항 24】**

제23항에 있어서,

상기 절연막은 상기 제2 전극이 형성된 영역을 제외한 상기 제1 발광부 표면전체에 형성된 것을 특징으로 하는 백색 발광소자.

**【청구항 25】**

제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 구비하며 투광성을 갖는 도전성 기판을 제공하는 단계;

상기 도전성 기판의 제1 영역에 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 순차적으로 적층하여 제1 발광부를 형성하는 단계;

상기 도전성 기판의 제2 영역에 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층을 순차적으로 적층하여 제2 발광부를 형성하는 단계; 및

상기 도전성 기판의 제2 면에 제1 전극을 형성하고, 상기 제2 클래드층과 상기 제4 클래드층 상에 각각 제2 및 제3 전극을 형성하는 단계를 포함하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 26】**

제25항에 있어서,

상기 도전성 기판은 GaN 기판이며,

상기 제1 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어지고, 상기 제2 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

【청구항 27】

제25항에 있어서,

상기 제2 및 제3 전극은 일체로 형성되는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

【청구항 28】

제25항에 있어서,

상기 제1 발광부를 형성하는 단계는,

상기 도전성 기판의 제1 면에 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 순차적으로 적층하는 단계와, 상기 도전성 기판의 제2 영역에 형성된 상기 적층구조물을 제거하는 단계와, 상기 잔류한 적층구조물 중 적어도 상기 제2 영역에 인접한 측벽에 절연막을 형성하는 단계를 포함하는 백색 발광소자의 제조방법.

【청구항 29】

제28항에 있어서,

상기 절연막은 제2 전극이 형성될 영역을 제외한 제1 발광부 표면 전체에 형성되는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 30】**

제25항에 있어서,

상기 제1 발광부는 AlGaInP, GaP, GaAs 및 InN으로 구성된 그룹으로부터 선택된 반도체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 31】**

제25항에 있어서,

상기 제1 발광부의 제1 활성영역은, 상기 제1 클래드층 상에 형성된 청색 활성층, 상기 청색 활성층 상에 형성된 언도프 클래드층 및 상기 언도프 클래드층 상에 형성된 녹색 활성층으로 이루어지며,

상기 제2 발광부의 제2 활성영역은 적색광을 발산하기 위한 활성층으로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 32】**

제31항에 있어서,

상기 제1 클래드층은 제1 도전형 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 녹색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물 구조이며, 상기 언도프 클래드층은 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 청색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물구조이며, 상기 제2 클래드층은 제2 도전형 AlGaIn계 화합물 반도체물질인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 33】**

제1 영역과 제2 영역으로 구분된 제1 면과 상기 제1 면에 대향하는 제2 면을 갖는 도전성 기판을 제공하는 단계;

상기 도전성 기판의 제1 영역에 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 순차적으로 적층하여 제1 발광부를 형성하는 단계;

상기 제1 도전형 기판의 제2 영역에, 제3 클래드층, 상기 제1 활성영역으로부터 발산되는 광과 합성되어 백색광을 생성하는 파장의 광을 발산하는 제2 활성영역 및 제4 클래드층이 순차적으로 형성된 제2 발광부를 금속접합층으로 접합시키는 단계; 및

상기 도전성 기판의 제2 면과 상기 제2 클래드층 상에 각각 제1 및 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 34】**

제33항에 있어서,

상기 도전성 기판은 제1 도전형 GaAs기판인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 35】**

제34항에 있어서,

상기 제1 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어지며, 상기 제2 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

**【청구항 36】**

제34항에 있어서,

상기 제2 발광부는 상기 제4 클래드층 상에 형성된 제2 도전형 GaN 기판을 더 포함하며, 상기 제2 발광부는 상기 제2 도전형 GaN 기판 상에 형성된 제3 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

## 【청구항 37】

제33항에 있어서,

상기 도전성 기판은 제2 도전형 GaAs 기판이며,

상기 제2 발광부를 접합시키는 단계 전에, 상기 제2 도전형 기판에 제1 도전형 불순물 영역을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

## 【청구항 38】

제37항에 있어서,

상기 제1 및 제4 클래드층은 제2 도전형 반도체물질로 이루어지고, 상기 제2 및 제3 클래드층은 제1 도전형 반도체물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

## 【청구항 39】

제37항에 있어서,

상기 제2 발광부를 접합시키는 단계는,

상기 제2 발광부의 제3 클래드층을 금속접합층으로 상기 제1 도전형 불순물 영역에 접합시키는 단계와, 상기 제2 발광부의 제4 클래드층을 다른 금속접합층으로 상기 제2 도전형 기판에 접합시키는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

## 【청구항 40】

제39항에 있어서,

상기 제2 발광부는 적어도 상기 제3 클래드층 및 제2 활성층의 일부영역이 제거되어 상기 제1 도전형 기판과 대향하는 상기 제4 클래드층의 노출면을 가지며,

상기 제2 도전형 기판에 접합시키는 단계는, 상기 제2 발광부의 제4 클래드층의 노출면을 상기 다른 금속접합층으로 상기 제2 도전형 기판에 접합시키는 단계인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

【청구항 41】

제37항에 있어서,

상기 제2 발광부는 상기 제4 클래드층 상에 형성된 GaN 기판을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

【청구항 42】

제33항에 있어서,

상기 제1 발광부를 형성하는 단계는,

상기 도전성 기판의 제1 면에 제1 클래드층, 제1 활성영역 및 제2 클래드층을 순차적으로 적층하는 단계와, 상기 도전성 기판의 제2 영역에 형성된 상기 적층구조물을 제거하는 단계와, 상기 잔류한 적층구조물 중 적어도 상기 제2 영역에 인접한 측벽에 절연막을 형성하는 단계를 포함하는 백색 발광소자의 제조방법.

【청구항 43】

제42항에 있어서,

상기 절연막은 상기 제2 전극이 형성될 영역을 제외한 제1 발광부 표면 전체에 형성되는 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.



## 【청구항 44】

제33항에 있어서,

상기 제1 발광부는 AlGaInP, GaP, GaAs 및 InN으로 구성된 그룹으로부터 선택된 반도체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

## 【청구항 45】

제33항에 있어서,

상기 제1 발광부의 제1 활성영역은 적색광을 발산하기 위한 활성층으로 이루어지며,

상기 제2 발광부의 제2 활성영역은, 상기 제1 클래드층 상에 형성된 녹색 활성층, 상기 녹색 활성층 상에 형성된 언도프 클래드층 및 상기 언도프 클래드층 상에 형성된 청색 활성층으로 이루어진 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

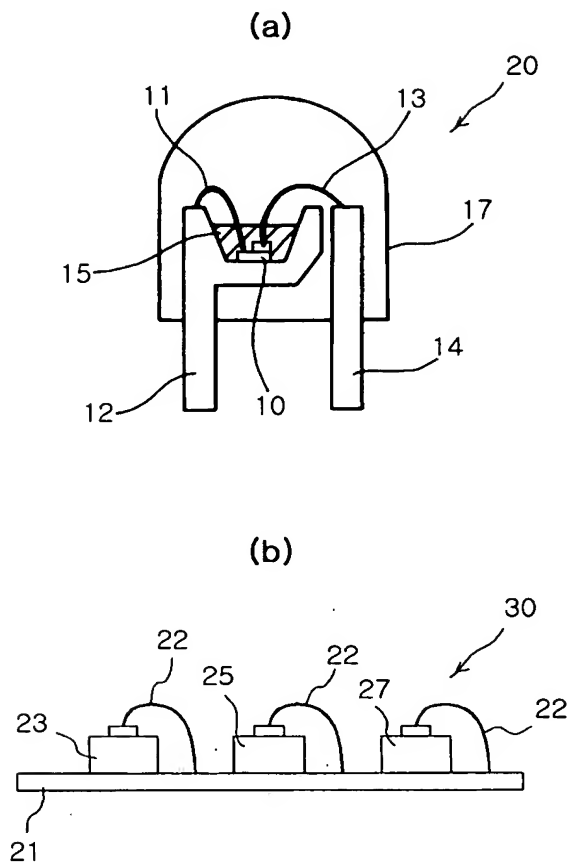
## 【청구항 46】

제45항에 있어서,

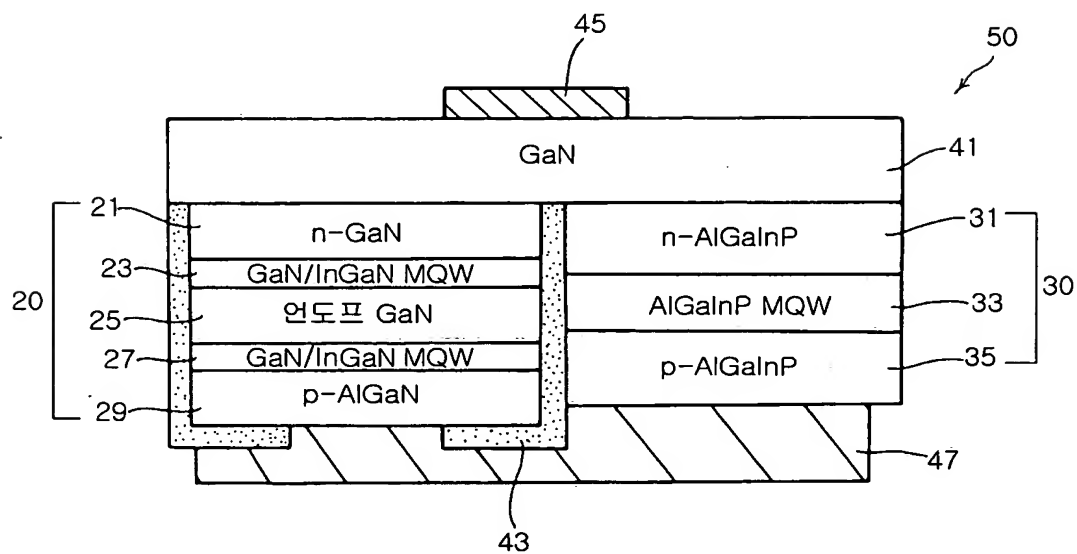
상기 제3 클래드층은 제1 도전형 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 청색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물 구조이며, 상기 언도프 클래드층은 GaN계 화합물 반도체 물질이며, 상기 녹색 활성층은 GaN/InGaN계 다중양자우물구조이며, 상기 제4 클래드층은 제2 도전형 AlGaN계 화합물 반도체물질인 것을 특징으로 하는 백색 발광소자의 제조방법.

【도면】

【도 1】



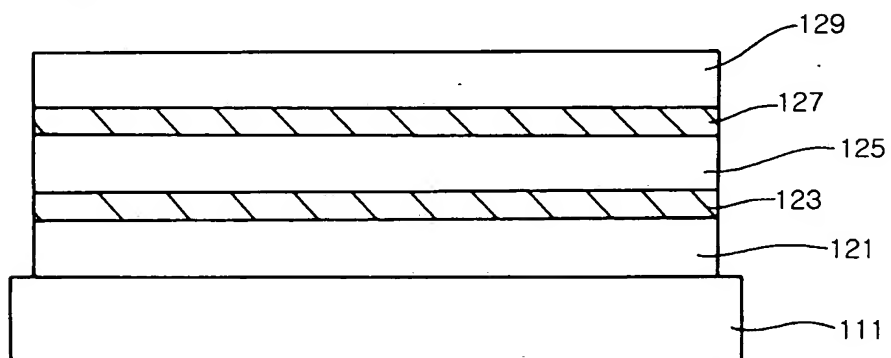
【도 2】



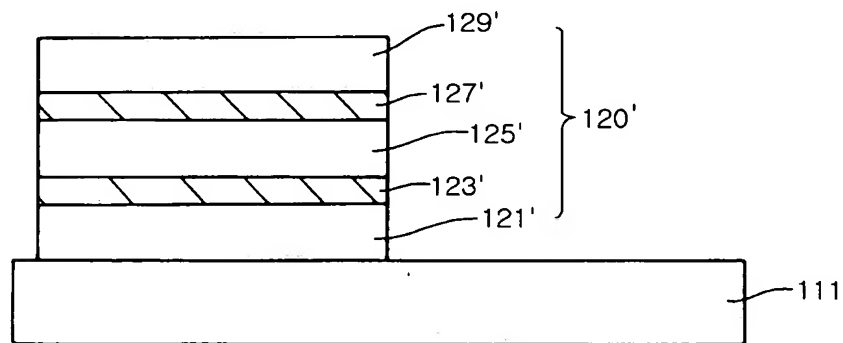
【도 3a】



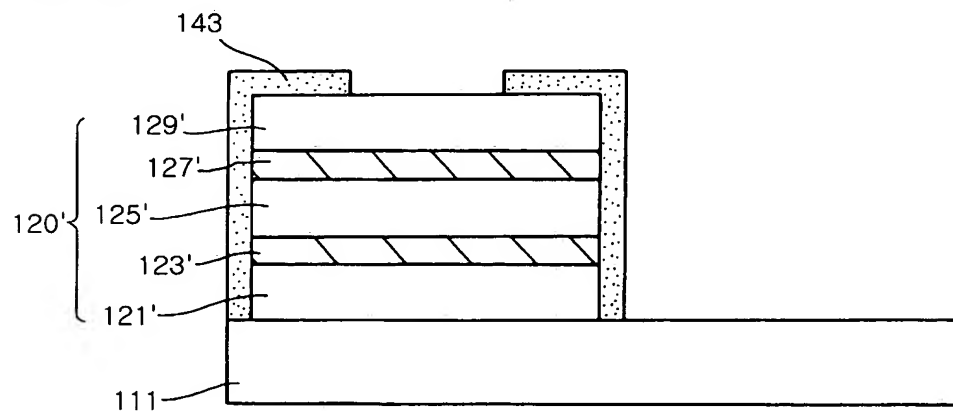
【도 3b】



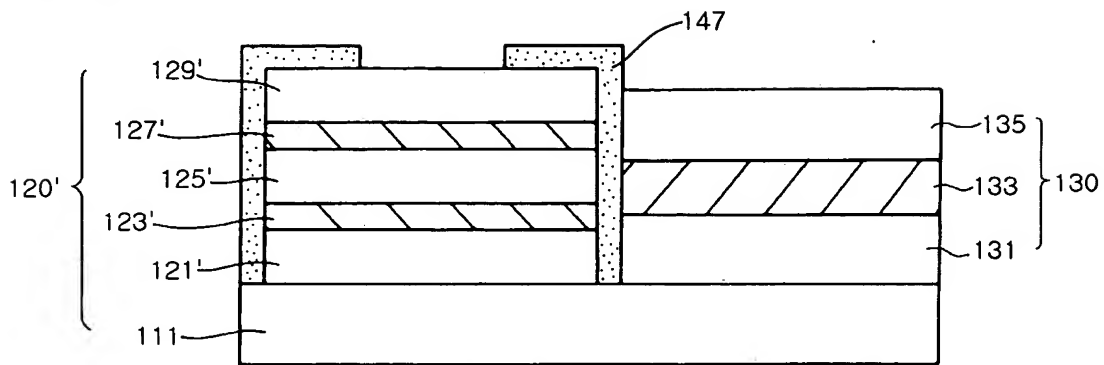
【도 3c】



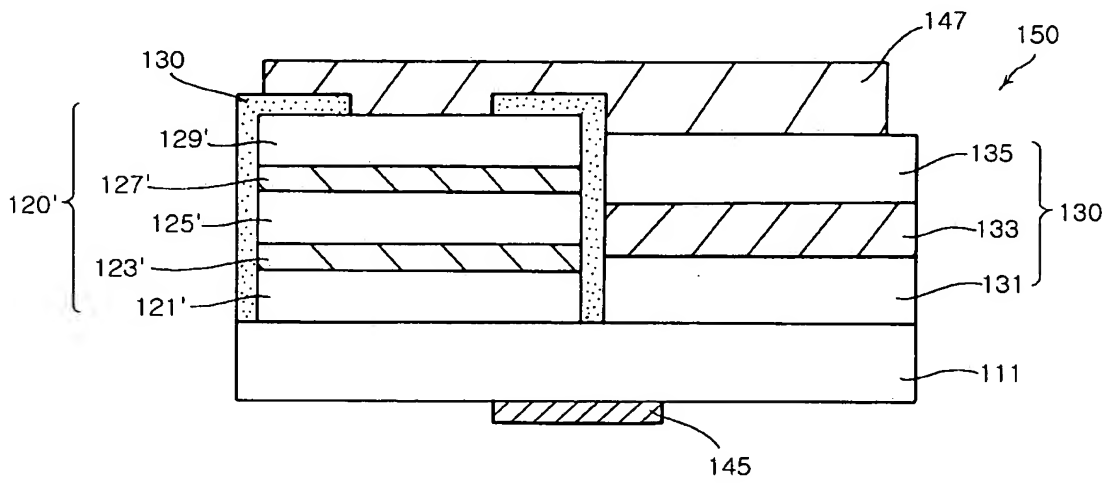
【도 3d】



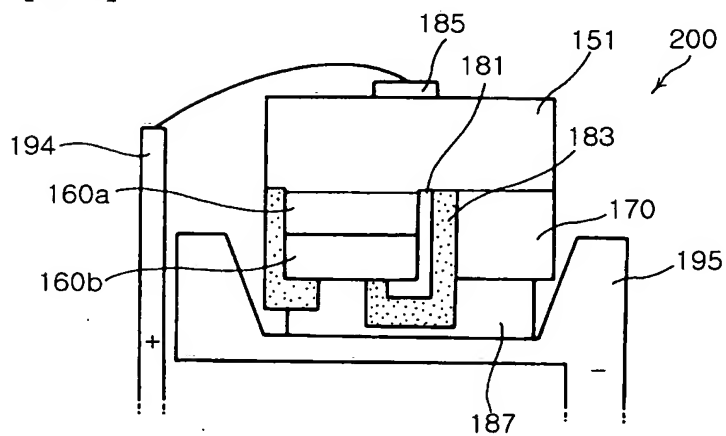
【도 3e】



【도 3f】



【도 4】



【도 5】

